



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 822 445 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.02.1998 Patentblatt 1998/06

(51) Int Cl. 6: G03C 9/08, G03F 7/027,
G03F 7/038

(21) Anmeldenummer: 97810510.4

(22) Anmelddatum: 21.07.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(30) Priorität: 29.07.1996 CH 1885/96
05.09.1996 CH 2201/96

(71) Anmelder: Ciba Specialty Chemicals Holding Inc.
4057 Basel (CH)

(72) Erfinder:

- Steinmann, Bettina
1724 Praroman (CH)
- Schulthess, Adrian
1734 Tentlingen (CH)

(54) Flüssige, strahlungshärtbare Zusammensetzung, insbesondere für die Stereolithographie

(57) Eine flüssige, strahlungshärtbare Zusammensetzung, die neben einer flüssigen, radikalisch polymerisierbaren Komponente zumindest die folgenden weiteren Komponenten enthält:

- (A) 40 bis 80 Gewichtsprozent eines flüssigen difunktionellen oder höherfunktionellen Epoxidharzes oder eines flüssigen Gemisches bestehend aus difunktionellen oder höherfunktionellen Epoxidharzen;
- (B) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines kationischen Photoinitiators oder eines Gemisches kationischer Photoinitiatoren; und
- (C) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines radikalischen Photoinitiators oder eines Gemisches radikalischer Photoinitiatoren; und
- (D) bis zu 40 Gewichtsprozent einer spezifischen Hydroxylverbindung,

dadurch gekennzeichnet ist, dass die Komponente (D) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

- (D1) phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen,

(D2) phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen, die mit Ethylenoxid, Propylenoxid oder mit Ethylenoxid und Propylenoxid umgesetzt sind,

(D3) aliphatischen Hydroxylverbindungen mit maximal 80 Kohlenstoffatomen,

(D4) Verbindungen mit mindestens einer Hydroxylgruppe und mindestens einer Epoxidgruppe und

(D5) einem Gemisch aus mindestens 2 der unter (D1) bis (D4) genannten Verbindungen,

und in den Zusammensetzungen in einer Menge von mindestens 2 Gewichtsprozent enthalten ist, die radikalisch polymerisierbare Komponente zumindest

(E) 4 bis 30 Gewichtsprozent mindestens eines flüssigen Poly(meth-)acrylats mit einer (Meth-)Acrylaffunktionalität von grösser als 2 enthält, und zumindest eine der Komponenten (A) oder (D) Substanzen enthält, die aromatische Kohlenstoffringe in ihrem Molekül aufweisen eignet sich insbesondere für die Stereolithographie, wobei sie sich besonders dadurch auszeichnet, dass sie zu gehärtetem Material führt, dass nur eine sehr geringe Wasseraufnahmefähigkeit zeigt.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine flüssige, strahlungshärtbare Zusammensetzung, die sich insbesondere für die Herstellung dreidimensionaler Formkörper mit Hilfe der Stereolithographie eignet, ein Verfahren zur Herstellung eines gehärteten Produkts und insbesondere zur stereolithographischen Herstellung eines dreidimensionalen Formkörpers aus dieser Zusammensetzung.

Die Herstellung kompliziert geformter dreidimensionaler Körper mit Hilfe der Stereolithographie ist seit längerem bekannt. Man baut hierbei den gewünschten Formkörper aus einer flüssigen strahlungshärbaren Zusammensetzung mit Hilfe einer sich wiederholenden abwechselnden Abfolge zweier Verfahrensschritte (a) und (b) auf, wobei in Schritt (a) eine Schicht der flüssigen, strahlungshärbaren Zusammensetzung, deren eine Begrenzung die Oberfläche der Zusammensetzung ist, mit Hilfe von geeigneter, im allgemeinen von einer, bevorzugt computergesteuerten, Laserquelle erzeugten Strahlung innerhalb eines Flächenbereiches gehärtet wird, der der gewünschten Querschnittsfläche des zu bildenden Formkörpers in der Höhe dieser Schicht entspricht, und in Schritt (b) die gehärtete Schicht mit einer neuen Schicht der flüssigen, strahlungshärbaren Zusammensetzung überschichtet wird und die Abfolge der Schritte (a) und (b) solange wiederholt wird, bis ein sogenannter Grünling der gewünschten Form fertig ist. Dieser Grünling ist im allgemeinen noch nicht völlig ausgehärtet und muss daher normalerweise noch nachgehärtet werden.

Die mechanische Festigkeit des Grünlings (Elastizitätsmodul, Bruchfestigkeit), auch als Grünfestigkeit bezeichnet, stellt eine wichtige Eigenschaft des Grünlings dar und wird wesentlich von der Art der eingesetzten Stereolithographieharzzusammensetzung bestimmt. Weitere wichtige Eigenschaften einer Stereolithographieharzzusammensetzung sind u. a. eine hohe Empfindlichkeit für die bei der Härtung zur Anwendung kommende Strahlung und ein möglichst niedriger Curl-Faktor, der eine hohe Formtreue des Grünlings erwarten lässt. Weiterhin sollen beispielsweise die vorgehärteten Materialschichten gut von der flüssigen Stereolithographieharzzusammensetzung benetzbar sein und es soll selbstverständlich nicht nur der Grünling sondern auch der endgültig ausgehärtete Formkörper möglichst gute mechanische Eigenschaften aufweisen.

Flüssige, strahlungshärbare Zusammensetzungen für die Stereolithographie, die den oben genannten Anforderungen gerecht werden, sind z. B. in der EP-A-0 605 361 beschrieben. Bei diesen Zusammensetzungen handelt es sich um sogenannte Hybridsysteme enthaltend radikalisch und kationisch photopolymerisierbare Komponenten. Neben der flüssigen radikalisch polymerisierbaren Komponente enthalten diese Zusammensetzungen zumindest:

- (A) 40 bis 80 Gewichtsprozent eines flüssigen difunktionellen oder höherfunktionellen Epoxidharzes oder eines flüssigen Gemisches bestehend aus difunktionellen oder höherfunktionellen Epoxidharzen;
- (B) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines kationischen Photoinitiators oder eines Gemisches kationischer Photoinitiatoren; und
- (C) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines radikalischen Photoinitiators oder eines Gemisches radikalischer Photoinitiatoren; und
- (D) bis zu 40 Gewichtsprozent einer bestimmten Hydroxylverbindung.

Diese Hydroxylkomponente (D) ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus OH-terminierten Polyethern, Polyestern und Polyurethanen und ist in den Zusammensetzungen in einer Menge von mindestens 5 Gewichtsprozent enthalten; die radikalisch polymerisierbare Komponente der genannten Zusammensetzungen enthält außerdem folgende Bestandteile:

- (E) 0 bis 15 Gewichtsprozent mindestens eines flüssigen Poly(meth-)acrylats mit einer (Meth-)Acrylatfunktionalität von grösser als 2, sowie
- (F) 5 bis 40 Gewichtsprozent mindestens eines flüssigen cycloaliphatischen oder aromatischen Diacrylats,

wobei der Gehalt an Komponente (E) am gesamten (Meth-)Acrylatgehalt höchstens 50 Gewichtsprozent beträgt.

Die genannten Stereolithographieharzzusammensetzungen führen allerdings zu Formkörpern, die noch eine relativ hohe Wasseraufnahme zeigen, was in manchen Fällen unerwünscht ist. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die genannten Hybridsysteme so zu verbessern, dass die Wasseraufnahme eines mit ihrer Hilfe hergestellten Formkörpers abnimmt. Hierbei sollen die übrigen für die Stereolithographie wichtigen Eigenschaften, wie z. B. die oben schon genannten Eigenschaften, zumindest weitgehend erhalten bleiben.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass eine flüssige, strahlungshärbare Zusammensetzung zur Verfügung gestellt wird, die neben einer flüssigen radikalisch polymerisierbaren Komponente zumindest die folgenden weiteren Komponenten enthält:

- (A) 40 bis 80 Gewichtsprozent eines flüssigen difunktionellen oder höherfunktionellen Epoxidharzes oder eines flüssigen Gemisches bestehend aus difunktionellen oder höherfunktionellen Epoxidharzen;

EP 0 822 445 A1

(B) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines kationischen Photoinitiators oder eines Gemisches kationischer Photoinitiatoren; und

(C) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines radikalischen Photoinitiators oder eines Gemisches radikalischer Photoinitiatoren; und zusätzlich zu den oben genannten Komponenten

5 (D) bis zu 40 Gewichtsprozent einer Hydroxylverbindung wobei die Zusammensetzung dadurch gekennzeichnet ist, dass die Komponente (D) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

10 (D1) phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen,

(D2) phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen, die mit Ethylenoxid, Propylenoxid oder mit Ethylenoxid und Propylenoxid umgesetzt sind,

(D3) aliphatischen Hydroxylverbindungen mit maximal 80 Kohlenstoffatomen,

(D4) Verbindungen mit mindestens einer Hydroxylgruppe und mindestens einer Epoxidgruppe und

(D5) einem Gemisch aus mindestens 2 der unter (D1) bis (D4) genannten Verbindungen,

15 und die Komponente (D) in einer Menge von mindestens 2 Gewichtsprozent in den Zusammensetzungen enthalten ist,

die radikalisch polymerisierbare Komponente zumindest

20 (E) 4 bis 30 Gewichtsprozent mindestens eines flüssigen Poly(meth-)acrylats mit einer (Meth-)Acrylatfunktionalität von grösser als 2 enthält, und zumindest eine der Komponenten (A) oder (D) Substanzen enthält, die aromatische Kohlenstoffringe in ihrem Molekül aufweisen.

Als eine fakultative weitere Komponente kann die erfindungsgemäss Zusammensetzung insbesondere noch (F) ein oder mehrere Di(meth-)acrylate enthalten, bevorzugt in einer Menge von 5 bis 40 Gewichtsprozent.

Bei den Epoxyharzen, die in den erfindungsgemässen Zusammensetzungen Verwendung finden können, handelt

25 es sich zweckmässigerweise um bei Raumtemperatur flüssige Harze, die im Durchschnitt mehr als eine Epoxidgruppe (Oxiranring) im Molekül besitzen. Solche Harze können eine aliphatische, aromatische, cycloaliphatische, araliphatische oder heterocyclische Struktur haben; sie enthalten Epoxidgruppen als Seitengruppen, oder diese Gruppen bilden einen Teil eines alicyclischen oder heterocyclischen Ringsystems. Epoxyharze dieser Typen sind allgemein bekannt und im Handel erhältlich.

30 Polyglycidyl- und Poly-(β -methylglycidyl)-ester sind ein Beispiel für geeignete Epoxidharze. Sie sind erhältlich durch Umsetzung einer Verbindung mit mindestens zwei Carboxylgruppen im Molekül und Epichlorhydrin bzw. Glycerindichlorhydrin bzw. -Methyl-epichlorhydrin. Die Umsetzung erfolgt zweckmässig in Gegenwart von Basen. Als Verbindungen mit mindestens zwei Carboxylgruppen im Molekül können hierbei z. B. aliphatische Polycarbonsäuren verwendet werden, wie Glutarsäure, Adipinsäure, Pimelinsäure, Korksäure, Azelainsäure, Sebazinsäure oder dimerisierte 35 bzw. trimerisierte Linolsäure. Genauso können aber auch cycloaliphatische Polycarbonsäuren eingesetzt werden, wie beispielsweise Tetrahydrophthalsäure, 4-Methyltetrahydrophthalsäure, Hexahydrophthalsäure oder 4-Methylhexahydrophthalsäure. Weiterhin können aromatische Polycarbonsäuren Verwendung finden, wie beispielsweise Phthalsäure, Isophthalsäure, Trimellitsäure oder Pyromellitsäure, oder auch auch carboxylterminierte Addukte, z.B. von Trimellitsäure und Polyolen, wie beispielsweise Glycerin oder 2,2-Bis-(4-hydroxycyclohexyl)-propan, verwendet werden.

40 Polyglycidyl- oder Poly-(β -methylglycidyl)-ether erhältlich durch Umsetzung einer Verbindung mit mindestens zwei freien alkoholischen Hydroxygruppen und/oder phenolischen Hydroxygruppen und einem geeignet substituierten Epichlorhydrin unter alkalischen Bedingungen oder in Anwesenheit eines sauren Katalysators und anschliessender Alkalibehandlung können ebenfalls verwendet werden. Ether dieses Typs leiten sich beispielsweise ab von acyclischen Alkoholen, wie Ethylenglykol, Diethylenglykol und höheren Poly-(oxyethylen)-glykolen, Propan-1,2-diol, oder Poly-(oxypropylene)-glykolen, Propan-1,3-diol, Butan-1,4-diol, Poly-(oxetetramethylene)-glykolen, Pentan-1,5-diol, Hexan-1,6-diol, Hexan-2,4,6-triol, Glycerin, 1,1,1-Trimethylolpropan, Bistrimethylolpropan, Pentaerythrit, Sorbit, sowie von Polyepichlorhydrinen. Geeignete Glycidylether sind aber auch aus cycloaliphatischen Alkoholen erhältlich, wie 1,3- oder 1,4-Dihydroxycyclohexan, Bis-(4-hydroxycyclohexyl)-methan, 2,2-Bis-(4-hydroxycyclohexyl)-propan oder 50 1,1-Bis-(hydroxymethyl)-cyclohex-3-en, oder sie besitzen aromatische Kerne, wie N,N-Bis-(2-hydroxyethyl)-anilin oder p,p'-Bis-(2-hydroxyethylamino)-diphenylmethan.

Besonders wichtige Vertreter von Polyglycidyl- oder Poly-(β -methylglycidyl)-ethern basieren auf Phenolen, entweder auf einkernigen Phenolen, wie beispielsweise auf Resorcin oder Hydrochinon, oder auf mehrkernigen Phenolen, wie beispielsweise auf Bis-(4-hydroxyphenyl)-methan (Bisphenol F), 2,2-Bis-(4-hydroxyphenyl)-propan (Bisphenol A), oder auf unter sauren Bedingungen erhaltenen Kondensationsprodukten von Phenolen oder Kresolen mit Formaldehyd, wie Phenol-Novolake und Kresol-Novolake. Diese Verbindungen sind als Epoxidharze für die vorliegende Erfindung besonders bevorzugt, insbesondere Diglycidylether auf Basis von Bisphenol A und Bisphenol F und deren Gemische(n).

Poly-(N-glycidyl)-Verbindungen sind ebenso für die Zwecke der vorliegenden Erfindung geeignet und beispiels-

EP 0 822 445 A1

weise erhältlich durch Dehydrochlorierung der Reaktionsprodukte von Epichlorhydrin mit Aminen, die mindestens zwei Aminwasserstoffatome enthalten. Bei diesen Aminen kann es sich zum Beispiel um n-Butylamin, Anilin, Toluidin, m-Xylylendiamin, Bis-(4-aminophenyl)-methan oder Bis-(4-methylaminophenyl)-methan handeln. Zu den Poly-(N-glycidyl)-Verbindungen zählen beispielsweise aber auch N,N'-Diglycidyldeivate von Cycloalkylenharnstoffen, wie Ethylenharnstoff oder 1,3-Propylenharnstoff, und N,N'-Diglycidyldeivate von Hydantoinen, wie von 5,5-Dimethylhydantoin.

5 Auch Poly-(S-glycidyl)-Verbindungen kommen für die Komponente (A) der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen in Frage, z. B. Di-S-glycidyldeivate, die sich von Dithiolen, wie beispielsweise Ethan-1,2-dithiol oder Bis-(4-mercaptophenyl)-ether, ableiten.

10 Beispiele für Epoxidverbindungen, worin die Epoxidgruppen einen Teil eines alicyclischen oder heterocyclischen Ringsystems bilden, sind unter anderem Bis-(2,3-epoxycyclopentyl)ether, 2,3-Epoxycyclopentylglycidylether, 1,2-Bis-(2,3-epoxycyclopentyloxy)-ethan, Bis-(4-hydroxycyclohexyl)-methandiglycidylether, 2,2-Bis-(4-hydroxycyclohexyl)-propandiglycidylether, 3,4-Epoxyhexylmethyl-3,4-epoxycyclohexancarboxylat, 3,4-Epoxy-6-methyl-cyclohexylmethyl-3,4-epoxy-6-methylcyclohexancarboxylat, Di-(3,4-epoxycyclohexylmethyl)hexandoat, Di-(3,4-epoxy-6-methyl-cyclohexylmethyl)hexandoat, Ethylenbis-(3,4-epoxycyclohexancarboxylat), Ethandioldi-(3,4-epoxycyclohexylmethyl)-ether, Vinylcyclohexendioxid, Dicyclopentadienediepoxid oder 2-(3,4-Epoxyhexyl-5,5-spiro-3,4-epoxy)cyclohexan-1,3-dioxan.

15 Es lassen sich aber auch Epoxyharze einsetzen, bei denen die 1,2-Epoxidgruppen an unterschiedliche Heteroatome bzw. funktionelle Gruppen gebunden sind. Zu diesen Verbindungen zählen beispielsweise das N,N,O-Triglycidyl-derivat des 4-Aminophenols, der Glycidylether-glycidylester der Salicylsäure, N-Glycidyl-N'-(2-glycidyloxypropyl)-5,5-dimethylhydantoin oder 2-Glycidyloxy-1,3-bis-(5,5-dimethyl-1-glycidylhydantoin-3-yl)-propan.

20 Denkbar ist weiterhin der Einsatz flüssiger vorreagierter Addukte von Epoxyharzen, wie den oben genannten, mit Härtern für Epoxyharze.

25 Selbstverständlich können auch flüssige Mischungen von Epoxyharzen in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen verwendet werden.

Als Komponente (B) der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen lassen sich eine Vielzahl bekannter und in der Technik erprobter kationischer Photoinitiatoren für Epoxyharze einsetzen. Dabei handelt es sich beispielsweise um Oniumsalze mit Anionen schwacher Nukleophilie. Beispiele dafür sind Haloniumsalze, Iodosylsalze oder Sulfoniumsalze, wie sie in der EP-A-0 153 904 beschrieben sind, Sulfoxoniumsalze, wie beispielsweise in der EP-A-0 035 969, EP-A-0 044 274, EP-A-0 054 509 und der EP-A-0 164 314 beschrieben, oder Diazoniumsalze, wie beispielsweise in der US-A-3,708,296 beschrieben. Weitere kationische Photoinitiatoren sind Metallocensalze, wie beispielsweise in den EP-A-0 094 914 und der EP-A-0 094 915 beschrieben.

30 Eine Übersicht über weitere gängige Oniumsalzinitiatoren und/oder Metallocensalze bieten "UV-Curing, Science and Technology", (Editor: S.P. Pappas, Technology Marketing Corp., 642 Westover Road, Stamford, Connecticut, USA) oder "Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints", Vol. 3 (edited by P. K. T. Oldring).

35 Bevorzugt sind Zusammensetzungen enthaltend als Komponente (B) eine Verbindung der Formeln (B-I), (B-II) oder (B-III)



worin R_{1B} , R_{2B} , R_{3B} , R_{4B} , R_{5B} , R_{6B} , und R_{7B} unabhängig voneinander unsubstituiertes oder durch geeignete Reste substituiertes C_6-C_{18} -Aryl bedeuten, und

EP 0 822 445 A1

A: CF_3SO_3^- oder ein Anion der Formel $[\text{LQ}_{mB}]^-$ bedeutet, worin
 L: Bor, Phosphor, Arsen oder Antimon darstellt,
 Q: ein Halogenatom ist oder ein Teil der Reste Q in einem Anion LQ_m^- auch Hydroxylgruppen sein kann und
 mB eine ganze Zahl ist, die der um 1 vergrößerten Wertigkeit von L entspricht.

5 Beispiele für $C_6\text{-}C_{18}$ -Aryl sind hierbei Phenyl, Naphthyl, Anthryl und Phenanthryl. Gegebenenfalls vorliegende Substituenten für geeignete Reste sind Alkyl, bevorzugt $C_1\text{-}C_6$ -Alkyl, wie Methyl, Ethyl, n-Propyl, Isopropyl, n-Butyl, sec-Butyl, Isobutyl, tert-Butyl oder die verschiedenen Pentyl- oder Hexyl-Isomere, Alkoxy, bevorzugt $C_1\text{-}C_6$ -Alkoxy, wie Methoxy, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy oder Hexoxy, Alkylthio, bevorzugt $C_1\text{-}C_6$ -Alkylthio, wie Methylthio, Ethylthio, Propylthio, Butylthio, Pentylthio oder Hexylthio, Halogen, wie Fluor, Chlor, Brom oder Jod, Aminogruppen, Cyanogruppen, Nitrogruppen oder Arylthio, wie Phenylthio. Beispiele für bevorzugte Halogenatome Q sind Chlor und insbesondere Fluor. Bevorzugte Anionen LQ_{mB} sind BF_4^- , PF_6^- , AsF_6^- , SbF_6^- und $\text{SbF}_5(\text{OH})^-$.

10 Besonders bevorzugt sind Zusammensetzungen enthaltend als Komponente (B) eine Verbindung der Formel (B-III), worin R_{5B} , R_{6B} und R_{7B} Aryl sind, wobei Aryl vor allem Phenyl oder Biphenyl oder Gemische dieser beiden Gruppen bedeutet.

15 Weiterhin bevorzugt sind Zusammensetzungen enthaltend als Komponente (B) eine Verbindung der Formel (B-IV)



worin

25 cB 1 oder 2 bedeutet,
 dB 1, 2, 3, 4 oder 5 ist,
 X_B für ein nicht nukleophiles Anion, insbesondere PF_6^- , AsF_6^- , SbF_6^- , CF_3SO_3^- , $\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_3\text{F}_7\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_4\text{F}_9\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_6\text{F}_{13}\text{SO}_3^-$ und $n\text{-C}_8\text{F}_{17}\text{SO}_3^-$ steht,
 30 R_{8B} ein p-Aren ist und
 R_{9B} ein Anion eines p-Arens, insbesondere ein Cyclopentadienylanion, bedeutet.

Beispiele für p-Arene als R_{8B} und Anionen von p-Arenen R_{9B} findet man in der EP-A-0 094 915. Beispiele für bevorzugte p-Arene als R_{8B} sind Toluol, Xylool, Ethylbenzol, Cumol, Methoxybenzol, Methylnaphthalin, Pyren, Perylen, Stilben, Diphenylenoxid und Diphenylensulfid. Insbesondere bevorzugt sind Cumol, Methylnaphthalin oder Stilben. Beispiele für nicht nukleophile Anionen X^- sind FSO_3^- , Anionen von organischen Sulfonsäuren, von Carbonsäuren oder von Anionen LQ_{mB}^- . Bevorzugte Anionen leiten sich ab von teilfluor- oder perfluorraliphatischen oder teilfluor- oder perfluoraromaticen Carbonsäuren, wie CF_3SO_3^- , $\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_3\text{F}_7\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_4\text{F}_9\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_6\text{F}_{13}\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_8\text{F}_{17}\text{SO}_3^-$, oder insbesondere von teilfluor- oder perfluorraliphatischen oder teilfluor- oder perfluoraromaticen organischen Sulfonsäuren, z. B. von $\text{C}_6\text{F}_5\text{SO}_3^-$, oder es handelt sich bevorzugt um Anionen LQ_{mB}^- , wie BF_4^- , PF_6^- , AsF_6^- , SbF_6^- , $\text{SbF}_5(\text{OH})^-$. Bevorzugt sind PF_6^- , AsF_6^- , SbF_6^- , CF_3SO_3^- , $\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_3\text{F}_7\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_4\text{F}_9\text{SO}_3^-$, $n\text{-C}_6\text{F}_{13}\text{SO}_3^-$ und $n\text{-C}_8\text{F}_{17}\text{SO}_3^-$.

Die Metallocensalze können auch in Kombination mit Oxidationsmitteln eingesetzt werden. Solche Kombinationen sind in der EP-A-0 126 712 beschrieben.

45 Zur Erhöhung der Lichtausbeute können je nach Initialortyp auch Sensibilisatoren eingesetzt werden. Beispiele hierfür sind polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe oder aromatische Ketoverbindungen. Spezifische Beispiele bevorzugter Sensibilisatoren sind in der EP-A-0 153 904 erwähnt.

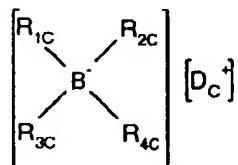
In den erfundungsgemäßen Zusammensetzungen können als Komponente (C) alle Typen von Photoinitiatoren eingesetzt werden, welche bei der entsprechenden Bestrahlung freie Radikale bilden. Typische Vertreter radikalischer Photoinitiatoren sind Benzoine, wie Benzoin, Benzoinether, wie Benzoinmethylether, Benzoinethylether und Benzoinisopropylether, Benzoiphenylether und Benzoinacetat, Acetophenone, wie Acetophenon, 2,2-Dimethoxyacetophenon und 1,1-Dichloracetophenon, Benzil, Benzilketale, wie Benzildimethylketal und Benzildiethylketal, Anthrachinone, wie 2-Methylanthrachinon, 2-Ethylanthrachinon, 2-tert-Butylanthrachinon, 1-Chloranthrachinon und 2-Amylanthrachinon, ferner Triphenylphosphin, Benzoylphosphinoxide, wie beispielsweise 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid (Luzirin® TPO), Bis-acylphosphonoxide, Benzophenone, wie Benzophenon und 4,4'-Bis-(N,N'-dimethylamino)-benzophenon, Thioxanthone und Xanthone, Acridinderivate, Phenazinderivate, Quinoxalinderivate oder 1-Phenyl-1,2-propandion-2-O-benzoyloxim, 1-Aminophenylketone oder 1-Hydroxyphenylketone, wie 1-Hydroxycyclohexylphenylketon, Phenyl-(1-hydroxyisopropyl)-keton und 4-Isopropylphenyl-(1-hydroxyisopropyl)-keton, welche alle bekannte

Verbindungen darstellen.

Besonders geeignete radikalische Photoinitiatoren, welche gewöhnlich in Kombination mit einem He/Cd-Laser als Lichtquelle verwendet werden, sind Acetophenone, wie 2,2-Dialkoxybenzophenone und 1-Hydroxyphenylketone, beispielsweise 1-Hydroxycyclohexylphenylketon oder 2-Hydroxyisopropylphenylketon (= 2-Hydroxy-2,2-dimethylacetophenon), insbesondere aber 1-Hydroxycyclohexylphenylketon.

Eine Klasse von Photoinitiatoren (C), die gewöhnlich bei Verwendung von Argonion-Lasern eingesetzt wird, sind die Benzilketale, wie beispielsweise Benzildimethylketal. Insbesondere verwendet man als Photoinitiator ein α -Hydroxyphenylketon, Benzildimethylketal oder 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid.

Eine weitere Klasse von geeigneten Photoinitiatoren (C) stellen die ionischen Farbstoff-Gegenionverbindungen (ionic dye-counter ion compound) dar, welche in der Lage sind, aktinische Strahlen zu absorbieren und freie Radikale zu erzeugen, die die Polymerisation der Acrylate initiieren können. Die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen, welche ionische Farbstoff-Gegenionverbindungen enthalten, können auf diese Weise variabler mit sichtbarem Licht im einstellbaren Wellenlängenbereich von 400-700 nm gehärtet werden. Ionische Farbstoff-Gegenionverbindungen und deren Wirkungsweise sind bekannt, beispielsweise aus der EP-A-0 223 587 und den US-Patenten 4,751,102, 4,772,530 und 4,772,541. Als Beispiele für geeignete ionische Farbstoff-Gegenionverbindungen seien genannt die anionischen Farbstoff-Jodoniumionkomplexe, die anionischen Farbstoff-Pyryliumionkomplexe und insbesondere die kationischen Farbstoff-Boratanionverbindungen der folgenden Formel



worin D_c^+ für einen kationischen Farbstoff steht und $\text{R}_{1\text{C}}$, $\text{R}_{2\text{C}}$, $\text{R}_{3\text{C}}$ und $\text{R}_{4\text{C}}$ unabhängig voneinander je ein Alkyl, Aryl, Alkaryl, Allyl, Aralkyl, Alkenyl, Alkinyl, eine alicyclische oder gesättigte oder ungesättigte heterocyclische Gruppe bedeuten. Bevorzugte Definitionen für die Reste $\text{R}_{1\text{C}}$ bis $\text{R}_{4\text{C}}$ können beispielsweise aus EP-A-0 223 587 entnommen werden.

Vorzugsweise enthalten die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen als Photoinitiator (C) ein 1-Hydroxyphenylketon, insbesondere 1-Hydroxycyclohexylphenylketon.

Die Photoinitiatoren (B) und (C) werden in wirksamen Mengen zugesetzt, das heisst, in Mengen von 0,1 bis 10, insbesondere von 0,5 bis 5 Gewichtsprozent, bezogen auf die Gesamtmenge der Zusammensetzung. Wenn die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen für stereolithographische Verfahren verwendet werden, wobei normalerweise Laserstrahlen eingesetzt werden, ist es wesentlich, dass die Absorptionsfähigkeit der Zusammensetzung durch Typ und Konzentration der Photoinitiatoren so abgestimmt wird, dass die Härtungstiefe bei normaler Lasergeschwindigkeit ungefähr 0,1 bis 2,5 mm beträgt. Bevorzugt liegt die Gesamtmenge an Photoinitiatoren in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen zwischen 0,5 und 6 Gewichtsprozent.

Die erfindungsgemäßen Gemische können auch verschiedene Photoinitiatoren enthalten, welche gegenüber Strahlen von Emissionslinien unterschiedlicher Wellenlängen verschieden empfindlich sind. Man erreicht dadurch beispielsweise eine bessere Ausnützung einer UV/VIS-Lichtquelle, welche Emissionslinien unterschiedlicher Wellenlänge ausstrahlt. Vorteilhaft ist es dabei, wenn die verschiedenen Photoinitiatoren so ausgewählt und in einer solchen Konzentration eingesetzt werden, dass bei den verwendeten Emissionslinien eine gleiche optische Absorption erzeugt wird.

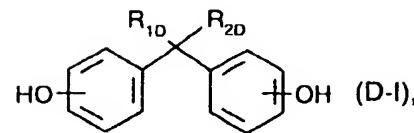
Bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen die Komponente (D) in einer Menge von mindestens 5, insbesondere von mindestens 10 Gewichtsprozent, bezogen auf die Gesamtmenge der Komponenten (A), (B), (C), (D) und (E).

Die Komponente (D) der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen ist vorzugsweise aus der Gruppe bestehend aus

(D1) den Dihydroxybenzolen, Trihydroxybenzolen und den Verbindungen der Formel (D-I):

EP 0 822 445 A1

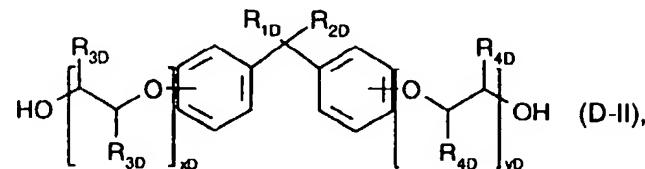
5



worin R_{1D} und R_{2D} ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe bedeuten;
 (D2) den Verbindungen der Formel (DII):

10

15



20 . worin R_{1D} und R_{2D} jeweils ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe;
 R_{3D} und R_{4D} alle unabhängig voneinander ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe und
 xD sowie yD jeweils eine ganze Zahl von 1 bis 15 bedeuten;

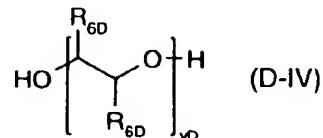
(D3) Trimethylolpropan, Glycerin, Ricinusöl (Kastoröl) und den Verbindungen der Formel (D-III) und (D-IV):

25



30

35



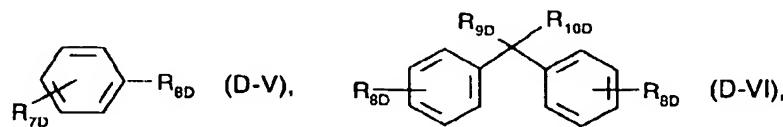
worin R_{5D} ein unverzweigter oder verzweigter (zD)-wertiger $\text{C}_2\text{-C}_{20}$ -Alkanrest, bevorzugt ein (zD)-wertiger $\text{C}_2\text{-C}_6$ -Alkanrest,

40 R_{6D} alle unabhängig voneinander ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe,
 zD eine ganze Zahl von 1 bis 4 und
 vD eine ganze Zahl von 2 bis 20 bedeuten; sowie

(D4) den Verbindungen der Formel (D-V), (D-VI), (D-VII), (D-VIII), (D-IX) und (D-X):

45

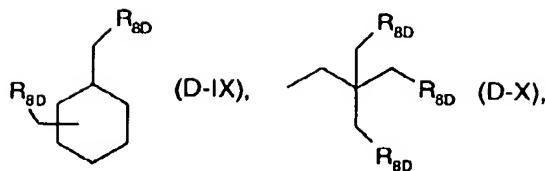
50



55



5



worin R_{7D} , R_{9D} und R_{10D} jeweils ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe und R_{8D} jeweils eine Gruppe ausgewählt aus den Gruppen der Formel (D-XI), (D-XII), (D-XIII) und (D-XIV):

10 15 (D-XI), (D-XII),

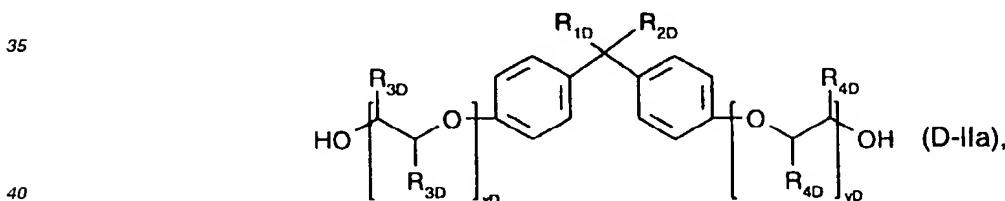
20 25 (D-XIII), (D-XIV)

bedeuten.

25 Vorzugsweise handelt es sich bei den Verbindungen der obigen Formeln (D-I), (D-II), (D-V), (D-VI) und (D-IX) um die jeweiligen 1,4-Derivate beziehungsweise Bis-1,4-Derivate.

Die Verbindungen der Formeln (D-I) bis (D-X) und Methoden zu ihrer Herstellung sind dem Fachmann bekannt.

30 Bevorzugt besteht die Komponente (D) der erfindungsgemässen Zusammensetzungen aus (D2) phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen, die mit Ethylenoxid, Propylenoxid oder mit Ethylenoxid und Propylenoxid umgesetzt sind, insbesondere aus den Verbindungen der Formel (D-IIa):



45 worin R_{1D} und R_{2D} beide ein Wasserstoffatom oder beide eine Methylgruppe; R_{3D} und R_{4D} alle unabhängig voneinander jeweils ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe und xD sowie yD jeweils eine ganze Zahl von 1 bis 15 bedeuten.

50 Die in den erfindungsgemässen Zusammensetzungen als Komponente (E) verwendeten flüssigen Poly(meth-)acrylate mit einer (Meth-)Acrylatfunktionalität von grösser als zwei können beispielsweise tri-, tetra- oder pentafunctionalen monomere oder oligomere aliphatische, cycloaliphatische oder aromatische Acrylate oder Methacrylate sein. Die Verbindungen weisen bevorzugt ein Molekulargewicht von 200 bis 500 auf.

55 Als aliphatische polyfunktionelle (Meth-)acrylate eignen sich beispielsweise die Triacrylate und Trimethacrylate von Hexan-2,4,6-triol, Glycerin oder 1,1,1-Trimethylolpropan, ethoxyliertes oder propoxyliertes Glycerin oder 1,1,1-Tri-methylolpropan und die hydroxygruppenhaltigen Tri(meth-)acrylate, die durch Umsetzung von Triepoxidverbindungen, wie beispielsweise die Triglycidylether von den genannten Triolen, mit (Meth-)acrylsäure erhalten werden. Weiterhin können zum Beispiel Pentacrythritoltetraacrylat, Bistrimethylolpropantetraacrylat, Pentacrythritolmonohydroxytriacrylat oder -methacrylat oder Dipentaerythritolmonohydroxypentacrylat oder -methacrylat verwendet werden.

Ausserdem können z. B. polyfunktionelle Urethanacrylate oder Urethanimethacrylate verwendet werden. Diese

EP 0 822 445 A1

Urethan(meth-)acrylate sind dem Fachmann bekannt und können in bekannter Weise hergestellt werden, indem man beispielsweise ein hydroxylterminiertes Polyurethan mit Acrylsäure oder Methacrylsäure umsetzt, oder indem man ein isocyanatterminiertes Präpolymer mit Hydroxylalkyl(meth-)acrylaten zum Urethan(meth-)acrylat umsetzt.

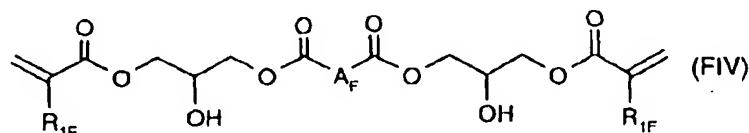
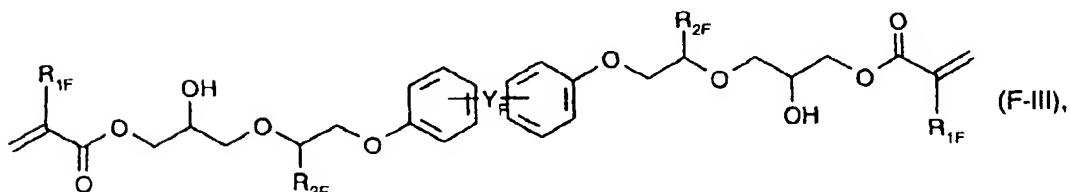
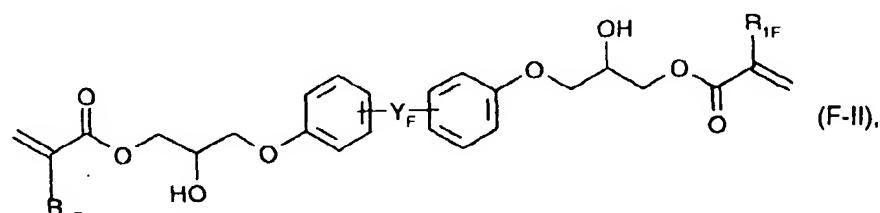
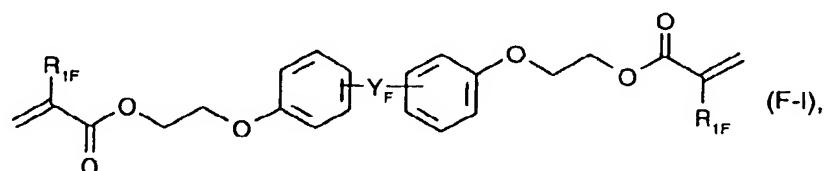
Als aromatische Tri(meth-)acrylate eignen sich beispielsweise die Umsetzungsprodukte aus Triglycidylethern dreiwertiger Phenole und drei Hydroxylgruppen aufweisende Phenol- oder Kresolnovolake mit (Meth-)acrylsäure.

Die als Komponente (E) eingesetzten (Meth-)acrylate stellen bekannte Verbindungen dar und sind zum Teil im Handel erhältlich, beispielsweise von der Firma SARTOMER Company unter Produktebezeichnungen wie SR@295, SR@350, SR@351, SR@367, SR@399, SR@444, SR@454 oder SR@9041.

Bevorzugt sind Zusammensetzungen, worin die Komponente (E) ein Tri(meth-)acrylat oder ein Penta(meth-)acrylat ist.

Für die Di(meth-)acrylatkomponente (F) eignen sich beispielsweise die Di(meth-)acrylate von cycloaliphatischen oder aromatischen Diolen, wie 1,4-Dihydroxymethylcyclohexan, 2,2-Bis-(4-hydroxycyclohexyl)-propan, Bis-(4-hydroxycyclohexyl)-methan, Hydrochinon, 4,4'-Dihydroxybiphenyl, Bisphenol A, Bisphenol F, Bisphenol S, ethoxyliertes oder propoxyliertes Bisphenol A, ethoxyliertes oder propoxyliertes Bisphenol F oder ethoxyliertes oder propoxyliertes Bisphenol S. Solche Di(meth-)acrylate sind bekannt und zum Teil im Handel erhältlich.

Als Di(meth-)acrylate können auch Verbindungen der Formeln (F-I), (F-II), (F-III) oder (F-IV)



eingesetzt werden, worin

R_{1F} ein Wasserstoffatom oder Methyl bedeutet,

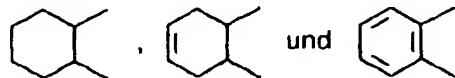
Y_F für eine direkte Bindung, C₁-C₆-Alkylen, -S-, -O-, -SO-, -SO₂- oder -CO- steht,

R_{2F} für eine C₁-C₈-Alkylgruppe, eine unsubstituierte oder durch eine oder mehrere C₁-C₄-Alkylgruppen, Hydroxy-

EP 0 822 445 A1

gruppen oder Halogenatome substituierte Phenylgruppe, oder für einen Rest der Formel $-\text{CH}_2\text{OR}_{3F}$ steht, worin
 R_{3F} eine $\text{C}_1\text{-}\text{C}_8$ -Alkylgruppe oder Phenylgruppe bedeutet und
 A_F einen Rest ausgewählt aus den Resten der Formeln

5



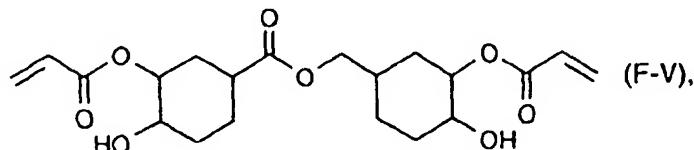
10

darstellt.

Ferner können als Di(meth-)acrylate beispielsweise auch Verbindungen der Formeln (F-V), (F-VI), (F-VII) oder (F-VIII)

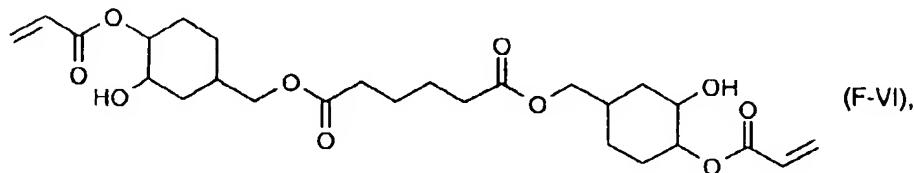
15

20



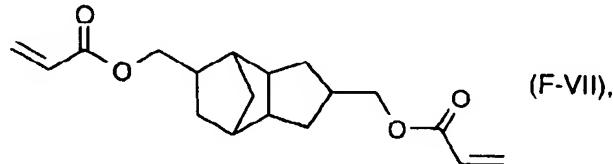
25

30

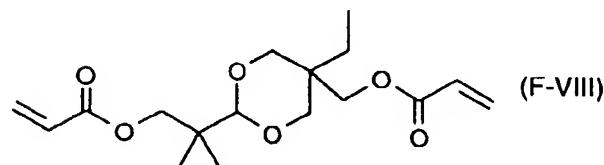


35

40



45



50

verwendet werden. Diese Verbindungen der Formel (F-I) bis (F-VIII) sind bekannt und zum Teil im Handel erhältlich. Ihre Herstellung ist weiterhin in der EP-A-0 646 580 beschrieben.

Oft ist es auch zweckmässig, den erfindungsgemässen Zusammensetzungen weitere Bestandteile zuzsetzen, z.
55 B. übliche Additive, wie Reaktivverdünner, z. B. Propylencarbonat, Propylencarbonatpropenylether oder Lactone, Stabilisatoren, z. B. UV-Stabilisatoren, Polymerisationsinhibitoren, Trennmittel, Benetzungsmittel, Verlaufsmittel, Sensibilisatoren, Antiabsetzmittel, oberflächenaktive Mittel, Farbstoffe, Pigmente oder Füllstoffe. Diese werden jeweils in einer für den erwünschten Zweck wirksamen Menge eingesetzt und machen bevorzugt insgesamt bis zu 20 Gewichts-

prozent der erfindungsgemässen Zusammensetzungen aus. Insbesondere Füllstoffe können aber auch in grösseren Mengen noch sinnvoll sein, z. B. in Mengen bis zu 75 Gewichtsprozent.

Besonders bevorzugt sind erfindungsgemässe Zusammensetzungen, bei denen sowohl die Komponente (A) als auch die Komponente (D) Substanzen enthält, die aromatische Kohlenstoffringe in ihrem Molekül aufweisen. Bevorzugt enthält bei diesen Zusammensetzungen die Komponente (A) einen oder mehrere aromatische Glycidylether, insbesondere Diglycidylether auf Basis von Bisphenolen, insbesondere auf Basis von Bisphenol A, Bisphenol F und Gemischen derartiger Diglycidylether.

Besonders gute Eigenschaften weisen erfindungsgemässe Zusammensetzungen auf, enthaltend:

- 10 (A1) 20 bis 60 Gewichtsprozent eines aromatischen difunktionellen oder höherfunktionellen Polyglycidylethers oder eines flüssigen Gemisches bestehend aus aromatischen difunktionellen oder höherfunktionellen Polyglycidylethern;
- (A2) 0 bis 50 Gewichtsprozent eines aliphatischen oder cycloaliphatischen difunktionellen oder höherfunktionellen Glycidylethers;
- 15 (B) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines kationischen Photoinitiators oder eines Gemisches kationischer Photoinitiatoren; und
- (C) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines radikalischen Photoinitiators oder eines Gemisches radikalischer Photoinitiatoren;
- 20 (D) 5 bis 40 Gewichtsprozent einer phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen und/oder einer phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen, die mit Ethylenoxid, Propylenoxid oder mit Ethylenoxid und Propylenoxid umgesetzt ist;
- (E) 4 bis 30 Gewichtsprozent mindestens eines flüssigen Poly(meth-)acrylats mit einer (Meth-)acrylatfunktionalität von grösser als 2,
- 25 (F) 0 bis 20 Gewichtsprozent eines oder mehrerer Di(meth-)acrylate und
- (G) 0 bis 10 Gewichtsprozent eines Reaktivverdünners.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäsen Zusammensetzungen enthält:

- 30 (A) 40 bis 80 Gewichtsprozent eines aliphatischen und/oder cycloaliphatischen difunktionellen oder höherfunktionellen Glycidylethers oder eines Gemisches derartiger Harze;
- (B) 2 bis 5 Gewichtsprozent eines kationischen Photoinitiators oder eines Gemisches kationischer Photoinitiatoren, insbesondere eines Sulfoniumsalzphotoinitiators;
- (C) 0,5 bis 2 Gewichtsprozent eines radikalischen Photoinitiators oder eines Gemisches radikalischer Photoinitiatoren, insbesondere eines 1-Hydroxyphenylketons;
- 35 (D) 10 bis 20 Gewichtsprozent einer phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen, die mit Ethylenoxid, Propylenoxid oder mit Ethylenoxid und Propylenoxid umgesetzt ist;
- (E) 4 bis 10 Gewichtsprozent mindestens eines flüssigen Poly(meth-)acrylats mit einer (Meth-)acrylatfunktionalität von grösser als 2,
- 40 (F) 4 bis 10 Gewichtsprozent eines oder mehrerer Di(meth-)acrylate.

Die erfindungsgemäsen Zusammensetzungen können in bekannter Weise hergestellt werden, beispielsweise durch Vormischen einzelner Komponenten und anschliessendes Vermischen dieser Vormischungen oder durch Vermischen aller Komponenten mittels üblicher Vorrichtungen, wie Rührbehälter, in Abwesenheit von Licht und gegebenenfalls bei leicht erhöhter Temperatur.

Die erfindungsgemäsen Zusammensetzungen können durch Bestrahlen mit aktinischem Licht, beispielsweise mittels Elektronen-, Röntgenstrahlen, UV- oder VIS-Licht, vorzugsweise mit Strahlen im Wellenlängenbereich von 280-650 nm polymerisiert werden. Besonders geeignet sind Laserstrahlen von HeCd, Argon oder Stickstoff sowie Metalldampf- und NdYAG-Laser. Es ist dem Fachmann bekannt, dass für jede gewählte Lichtquelle der geeignete Photoinitiator ausgewählt und gegebenenfalls sensibilisiert werden muss. Man hat erkannt, dass die Eindringtiefe der Strahlen in die zu polymerisierende Zusammensetzung und die Arbeitsgeschwindigkeit in direktem Zusammenhang mit dem Absorptionskoeffizienten und der Konzentration des Photoinitiators stehen. In der Stereolithographie werden vorzugsweise solche Photoinitiatoren eingesetzt, welche die höchste Anzahl von entstehenden freien Radikalen beziehungsweise kationischen Partikeln bewirken und die grösste Strahlungseindringtiefe in die zu polymerisierenden Zusammensetzungen ermöglichen.

Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Verfahren zur Herstellung eines gehärteten Produkts, bei dem man Zusammensetzungen, wie sie oben beschrieben sind, mit aktinischer Strahlung behandelt. Beispielsweise können die erfindungsgemäsen Zusammensetzungen hierbei als Klebstoffe, als Beschichtungsmittel, als Photoresists, z. B. als Lötstopresist, oder für das Rapid-Prototyping, insbesondere jedoch für die Stereolithographie verwendet werden.

EP 0 822 445 A1

Werden die erfindungsgemäßen Gemische als Beschichtungsmittel eingesetzt, so erhält man klare und harte Beschichtungen auf Holz, Papier, Metall, Keramik oder anderen Oberflächen. Die Beschichtungsdicke kann dabei sehr variieren und etwa von 0,01 mm bis etwa 1 mm betragen. Aus den erfindungsgemäßen Gemischen können Reliefbilder für gedruckte Schaltungen oder Druckplatten direkt durch Bestrahlen der Gemische hergestellt werden, beispielsweise mittels eines computergesteuerten Laserstrahls geeigneter Wellenlänge oder unter Anwendung einer Photomaske und einer entsprechenden Lichtquelle.

Eine spezielle Ausführungsform des vorgenannten Verfahrens ist ein Verfahren zur stereolithographischen Herstellung eines dreidimensionalen Formkörpers, bei dem man den Körper aus einer erfindungsgemäßen Zusammensetzung mit Hilfe einer sich wiederholenden abwechselnden Abfolge von Verfahrensschritten (a) und (b) aufbaut, wobei in Schritt (a) eine Schicht der Zusammensetzung, deren eine Begrenzung die Oberfläche der Zusammensetzung ist, mit Hilfe von geeigneter Strahlung innerhalb eines Flächenbereiches gehärtet wird, der der gewünschten Querschnittsfläche des zu bildenden dreidimensionalen Körpers in der Höhe dieser Schicht entspricht, in Schritt (b) die frisch gehärtete Schicht mit einer neuen Schicht der flüssigen, strahlungshärtbaren Zusammensetzung überschichtet wird, diese Abfolge der Schritte (a) und (b) solange wiederholt wird, bis ein Körper mit der gewünschten Form gebildet ist.

Bei diesem Verfahren wird als Strahlungsquelle vorzugsweise ein Laserstrahl verwendet, der besonders bevorzugt computergesteuert ist.

Im allgemeinen erfolgt weiterhin nach der oben beschriebenen ersten Strahlungshärtung, bei der die sogenannten Grünlinge erhalten werden, die noch keine ausreichende Festigkeit zeigen, die endgültige Aushärtung der Formkörper durch Erhitzen und/oder weiteres Bestrahlen.

Der Ausdruck "flüssig" ist in dieser Anmeldung mit "bei Raumtemperatur flüssig" gleichzusetzen, wenn nichts anderes gesagt ist, wobei unter Raumtemperatur im allgemeinen eine Temperatur zwischen 5° und 40 °C, bevorzugt zwischen 10° und 30 °C, zu verstehen ist.

Beispiele:

Die in den nachfolgenden Beispielen angegebenen Handelsnamen der Komponenten entsprechen den aus der nachfolgenden Tabelle entnehmbaren chemischen Substanzen.

| Handelsname | Chemische Bezeichnung |
|-------------------------------------|--|
| Araldit GY 250 | Bisphenol-A-diglycidylether |
| Araldit PY 306 | Bisphenol-F-diglycidylether |
| Araldit CY 179 | 3,4-Epoxy cyclohexylmethyl-3',4'-epoxy cyclohexancarboxylat |
| Araldit DY 026 | Butandiol-diglycidylether |
| Araldit DY 0395 | Trimethyloлpropan triglycidylether |
| Araldit DY 0396 | Cyclohexan dimethanol diglycidylether |
| Cyracure UVI 6974 | Gemisch aus $(C_6H_5)S(C_6H_4)-S^+(C_6H_5)_2SbF_6^-$ und $F_6Sb^-(C_6H_5)_2S^+-(C_6H_4)S(C_6H_4)-S^+(C_6H_5)_2SbF_6^-$ |
| Irgacure 184 | 1-Hydroxycyclohexylphenylketon |
| Dianol 320 | Propoxyliertes Bisphenol A |
| Dianol 2211 | Ethoxyliertes Bisphenol A |
| Sartomer SR 399 Sartomer SR 9041 | Dipentaerythritol monohydroxypentacrylat |
| Novacure 3700 | Bisphenol-A-diglycidyletherdiacrylat |
| Sartomer SR 348 | Dimethacrylat von ethoxyliertem Bisphenol A |
| Pleximon V773 | Neopentylglycoldimethacrylat |
| Sartomer SR 238 | Hexandioldiacrylat |

Die in den Beispielen angegebenen Formulierungen werden hergestellt, indem die Komponenten mit einem Rührer bei 60°C so lange vermischt werden, bis eine homogene Zusammensetzung erhalten wird. Die physikalischen Daten für die Formulierungen werden wie folgt erhalten:

Die Viskosität der flüssigen Mischung wird bei 30°C mit einem Brookfield -Viskosimeter bestimmt.

EP 0 822 445 A1

Die mechanischen Eigenschaften der Formulierungen werden an dreidimensionalen Körpern bestimmt, die mit Hilfe eines He/Cd- oder Ar/UV-Lasers hergestellt werden.

Die Photoempfindlichkeit der Formulierungen wird an sog. "Window-panes" bestimmt. Dabei werden einschichtige Probekörper mit verschiedenen Laserenergien hergestellt und die erhaltenen Schichtdicken gemessen. Die graphische

5 Darstellung der erhaltenen Schichtdicke gegen den Logarithmus der eingestrahlten Energie ergibt eine Gerade ("working curve"). Die Steigung dieser Geraden wird als D_p (Angabe in mm oder mils) bezeichnet. Die Energie, bei der die Geraden die x-Achse schneiden, wird als E_c bezeichnet (die Energie, bei der noch eine Gelierung des Materials stattfindet, vgl. P. Jacobs, Rapid Prototyping and Manufacturing, Soc. of Manufacturing Engineers, 1992, S. 270 ff.)

10 Die Grünfestigkeit wird durch Messung des Biegemoduls (flexural modulus) 10 min. und 1 Stunde nach Herstellung des Prüfkörpers gemessen (ASTM D 790). Der Biegemodul nach der Aushärtung wird nach 1-stündiger Härtung des Prüfkörpers im UV-Licht bestimmt.

15 Der Curl-Faktor (CF) wird in der Stereolithographie gebraucht, um die Schrumpfeigenschaften von verschiedenen Formulierungen miteinander zu vergleichen (vgl. P. Jacobs, Rapid Prototyping and Manufacturing, Soc. of Manufacturing Engineers, 1992, S. 256ff.). Die in dieser Anmeldung angegebenen Curl-Faktoren (in %) werden an Probekörpern bestimmt, die mit dem Baustil "ACES" (vgl. P. Jacobs, Stereolithography and other RP&M Technologies, Soc. of Manufacturing Engineers, 1996, S. 156 ff.) mit einer Schichtdicke von 0,15 mm (6 mils) hergestellt werden.

20 Zur Bestimmung der Wasseraufnahme werden Probekörper mit dem Baustil "Quick Cast" (vgl. P. Jacobs, Stereolithography and other RP&M Technologies, 1996, S. 183ff.) hergestellt und nach vollständiger Aushärtung (60 min im UV-Licht, 30 min bei 100°C) im Exsiccator bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Dann werden die Proben bei 62 bzw. 88% Luftfeuchtigkeit gelagert. Die Wasseraufnahme wird durch Wägen der Proben in regelmässigen Abständen bestimmt, bis Gewichtskonstanz erreicht ist, was i. a. spätestens nach 7-14 Tagen der Fall ist. In den vorliegenden Beispielen ist die Wasseraufnahme nach 14 Tagen angegeben.

Beispiel 1:

25

a) Aus den folgenden Komponenten wird in der oben angegebenen Weise eine homogene flüssige Zusammensetzung hergestellt:

30

| | |
|--------|-------------------|
| 14,6 g | Araldit DY 0395 |
| 42,5 g | Araldit CY 179 |
| 6,0 g | Novacure 3700 |
| 6,0 g | Sartomer 399 |
| 24,9 g | Dianol 320 |
| 2,0 g | Irgacure 184 |
| 4,0 g | Cyracone UVI 6974 |

35

Die Viskosität dieser Mischung beträgt 800 mPa s (cps) bei 30°C.

Die Steigung der "working curve" beträgt 0,124 mm (4,9 mils), die kritische Energie E_c beträgt 12,5 mJ/cm².

40 Der Biegemodul des Grünlings beträgt eine Stunde nach Herstellung in der Stereolithographieanlage 61 MPa, nach vollständiger Aushärtung 2360 MPa.

Der Curl-Faktor beträgt 8,5%.

Die Wasseraufnahme eines Quick-Cast Probekörpers nach 14 Tagen bei 62% rel. Luftfeuchtigkeit ist 2,1% und 4,4% nach 14 Tagen bei 88% Luftfeuchtigkeit.

45

b) Eine Zusammensetzung enthaltend die folgenden Bestandteile:

50

| | |
|--------|-----------------------------------|
| 20,0 g | Araldit DY 0395 |
| 15,0 g | Araldit DY 0396 |
| 34,0 g | Araldit CY 179 |
| 6,0 g | Bisphenol-A-diglycidylmethacrylat |
| 6,0 g | Sartomer 9041 |
| 13,5 g | Dianol 320 |
| 1,5 g | Irgacure 184 |
| 4,0 g | Cyracone UVI 6974 |

55

zeigt vergleichbare Eigenschaften wie die unter a) beschriebenen Zusammensetzung.

EP 0 822 445 A1

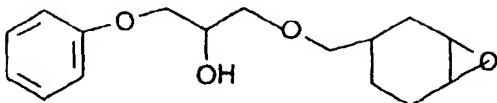
Beispiele 2-8: Es werden weitere erfundungsgemäße Gemische in der oben beschriebenen Art hergestellt. Ihre Zusammensetzung und ihre physikalische Eigenschaften können der nachstehenden Tabelle entnommen werden.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

| Komponente | Bspl. 2 | Bspl. 3 | Bspl. 4 | Bspl. 5 | Bspl. 6 | Bspl. 7 | Bspl. 8 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Araldit GY 250 | (A) | | | | 22 | 22 | 22 |
| Araldit PY 306 | (A) | | | | 23 | 25 | 20 |
| AralditCY 179 | (A) | 42,5 | 48 | 65 | | | |
| Araldit DY 026 | (A) | 14,6 | | | | | |
| Araldit DY 0395 | (A) | 17,5 | | | | | |
| Araldit DY 0396 | (A) | | | | 10 | 5 | 10 |
| Cyra cure UVI 6974 | (B) | 4 | 3 | 0,5 | 0,5 | 4 | 4 |
| Irgacure 184 | (C) | 2 | 0,5 | 2,5 | 2,5 | 1 | 1 |
| Bisphenol A | (D) | | | 20 | | | |
| Dianol 320 | (D) | 24,9 | 18,9 | | 10 | 10 | 15 |
| Dianol 2211 | (D) | | 20 | | | | |
| Sartomer SR 399 | (E) | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 |
| Novacure 3700 | (F) | 6 | 6 | 6 | 6 | | |
| Sartomer SR 348 | (F) | | | | 10 | 10 | 10 |
| Pleximon V773 | (F) | | | | 10 | | |
| Sartomer SR 238 | (F) | | | | | 8 | 8 |
| Pyren | Additiv | 0,1 | | | | | |
| Propylencarbonat | Additiv | | | | | 5 | |
| Viskosität (30°C) [mPa s (cps)] | 431 | 563 | 755 | 3350 | 516 | 346 | 581 |
| Eingesetzter Laser | Ar/UV | Ar/UV | HeCd | HeCd | Ar/UV | Ar/UV | Ar/UV |
| Dp [mm (umgerechnet aus der Angabe in mils)] | 0,120 | 0,132 | 0,128 | 0,112 | 0,121 | 0,100 | 0,134 |
| Ec [mJ/cm ²] | 12,2 | 29,39 | 15,93 | 18,02 | 34,94 | 25,82 | 38,3 |
| Biegemodul des Grünlings nach 10 min [MPa] | 0 | 86 | 247 | 90 | 395 | 300 | 663 |
| Biegemodul des Grünlings nach 60 min [MPa] | 177 | 348 | | | 1024 | 993 | 1087 |
| Biegemodul des Prüfkörpers nach 60 min UV [MPa] | 2370 | 1621 | | | 2118 | 2216 | 3141 |
| Curl Faktor 6 ACES [%] | 7 | 8,8 | 7,5 | 12 | 7,7 | 11,5 | 17 |
| Wasseraufnahme [%], Quick Cast-strips (gehärtet: 1h, UV + 30min/100°C), 14 d bei 62 % Luftfeuchte | 2,1 | 2,1 | 2,3 | | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Wasseraufnahme [%], Quick Cast-strips (gehärtet: 1h, UV + 30min/100°C), 14 d bei 88 % Luftfeuchte | 4,3 | 3,9 | 4,7 | | 2,2 | 2,2 | 2,2 |

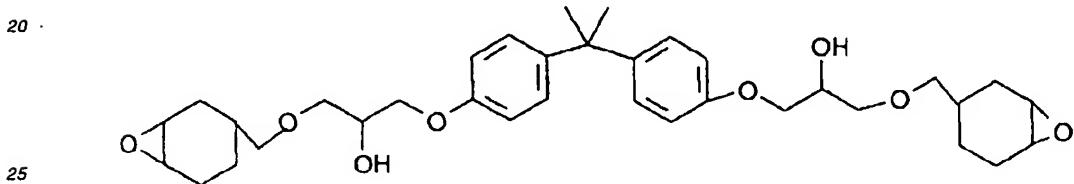
55 Beispiele 9-11: Diese Beispiele zeigen, wie Komponenten des Typs (D4) mit OH- und Epoxygruppen hergestellt werden können.

Beispiel 9: Herstellung einer Verbindung der Formel



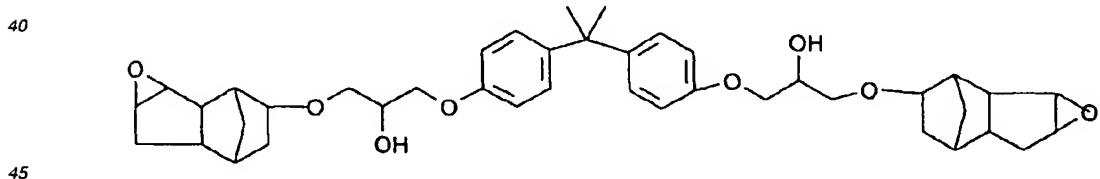
56,06 g (0,5 mol) Tetrahydrobenzylalkohol werden mit 0,24g Bor trifluoridethyletherat auf 60°C erhitzt. Dann werden
75,09g (0,5 mol) Phenylglycidylether hinzuge tropft, wobei die Temperatur mit einem Eisbad bei 60°C gehalten wird.
10 Es wird noch ca. 2 Stunden weitergerührt. Dann werden 6,6g Florisil (Magnesiumsilicat, Adsorptionsmittel) hinzugefügt,
und die Mischung heiss abfiltriert. 100 g (0,38 mol) des so erhaltenen Produkts werden in 240 ml Chloroform gelöst.
Dann werden 196 g 8%-iges Wasserstoffperoxid (0,46 mol), 3 g Aliquat 336 (Tricaprylmethylammoniumchlorid), 6,2 g
15 Natriumwolframat Dihydrat und 3,8 g Phosphorsäure hinzugefügt. Die Mischung wird unter Rühren zum Rückfluss
erhitzt. Nach ca. 1 Stunde wird die Mischung abgekühlt, die organische Phase isoliert, mit Wasser gewaschen und
getrocknet. Nach Eindampfen des Lösungsmittels werden 85,65g (81%) einer viskosen, gelblichen Flüssigkeit mit
einem Epoxidgehalt von 3,59 Äqu./kg (65% der Theorie) erhalten.

Beispiel 10: Herstellung einer Verbindung der Formel



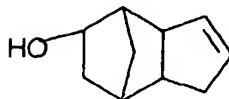
250 g (2,23 mol) Tetrahydrobenzylalkohol werden mit 1,2g Bor trifluoridethyletherat auf 60°C erhitzt. Dann werden
415,46g (1,12 mol) Bisphenol A diglycidylether (Araldit GY 250) hinzuge tropft, wobei die Temperatur auf ca. 60°C
30 gehalten wird. Nach beendeter Zugabe werden 33,3 g Florisil hinzugefügt, mit Chloroform verdünnt und filtriert. Die
organische Phase wird zweimal mit Wasser gewaschen, getrocknet und das Lösungsmittel am Rotationsverdampfer
abgezogen. 73,42 g (0,13 mol) des so erhaltenen Produkts werden in 150 ml Chloroform gelöst. Dann werden 131,8
g (0,31 mol) 8%-iges Wasserstoffperoxid, 1,17 g Aliquat 336, 2,13 g Natriumwolframat Dihydrat und 1,27 g Phosphor-
35 säure hinzugefügt. Die Mischung wird ca. 6 Stunden unter Rühren zum Rückfluss erhitzt. Dann wird die organische
Phase abgetrennt, mit Wasser gewaschen, getrocknet und das Lösungsmittel am Rotationsverdampfer abgezogen.
Ausbeute: 64,9 g (83,6%), Epoxidgehalt 2,1 Äqu./kg (63,4% der Theorie)

Beispiel 11: Herstellung einer Verbindung der Formel



87,13 g (0,58 mol) TCD Alkohol E* (Hoechst, ungesättigter Tricyclohexylalkohol) werden mit 0,34 g Bor trifluoridethyletherat auf 60°C erhitzt. Dann werden 100 g (0,29 mol) Bisphenol A diglycidylether (Araldit GY 250) hinzuge tropft, wobei die Temperatur auf 60°C gehalten wird. Nach beendeter Zugabe wird noch ca. 2 Stunden weitergerührt. Dann werden 9,4 g Florisil hinzugefügt, mit Chloroform verdünnt und filtriert. Die organische Phase wird gewaschen, getrocknet und das Lösungsmittel am Rotationsverdampfer abgezogen. 185 g (0,29 mol) des so erhaltenen Produkts werden in 300 ml Chloroform gelöst. Dann werden 295,9 g (0,7 mol) 8%-iges Wasserstoffperoxid, 2,62 g Aliquat 336, 4,75 g Natriumwolframat Dihydrat und 2,84 g Phosphorsäure hinzugefügt. Die Mischung wird bei 60°C während ca. 5 Stunden lang gerührt. Die organisch Phase wird danach abgetrennt, mit Wasser gewaschen, getrocknet und das Lösungsmittel am Rotationsverdampfer abgezogen.

Ausbeute: 194,2 g (99%), Epoxidgehalt 2,35 Äqu./kg (79,3% der Theorie).



TCD-Alkohol E

5

Beispiele 12 - 15: Weitere Gemische werden wie oben beschrieben hergestellt. Ihre Zusammensetzung und ihre physikalischen Eigenschaften sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

10

| | Komponente | Bspl. 12 | Bspl. 13 | Bspl. 14 | Bspl. 15 | |
|----|---|----------|----------|----------|----------|----|
| 15 | Araldit GY 250 | (A) | 20 | 48 | 25 | 26 |
| | Araldit PY 306 | (A) | 22 | | 25 | 26 |
| | Araldit DY 0395 | (A) | 15 | 20 | 15 | 15 |
| 20 | CyraCure UVI 6974 | (B) | 4 | 1 | 4 | 4 |
| | Irgacure 184 | (C) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Dianol 320 | (D) | 10 | | | |
| | Ricinusöl | (D) | | 10 | 10 | |
| 25 | 1,6-Hexanediol | (D) | | | | 8 |
| | Compound of Ex. 9 | (D) | 8 | | | |
| | Sartomer SR 399 | (E) | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 30 | Novacure 3700 | (F) | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | Viskosität (30°C) [mPa s (cps)] | 5810 | 1030 | 3770 | 1210 | |
| | Eingesetzter Laser | Ar/UV | He/Cd | Ar/UV | Ar/UV | |
| 35 | Dp [mm (umgerechnet aus der Angabe in mils)] | 3.73 | 3.49 | 4.37 | 3.78 | |
| | Ec [mJ/cm²] | 25.91 | 19.23 | 30.33 | 16.7 | |
| | Biegemodul des Grünlings nach 10 min [MPa] | | 0 | 200 | | |
| 40 | Biegemodul des Grünlings nach 60 min [MPa] | | 110 | 394 | | |
| | Biegemodul des Prüfkörpers nach 60 min UV [MPa] | 626 | 955 | 2159 | 1917 | |
| | Curl Faktor 6 ACES [%] | 4.5 | 18 | 9.8 | 20.8 | |
| 45 | Wasseraufnahme [%], Quick Cast-strips (gehärtet: 1h, UV + 30min/100°C), 14 d bei 62 % Luftfeuchte | 1.4 | 1 | 1.1 | 1.6 | |
| | Wasseraufnahme [%], Quick Cast-strips (gehärtet: 1h, UV + 30min/100°C), 14 d bei 88 % Luftfeuchte | 2.8 | 1.6 | 2.1 | 3 | |

Patentansprüche

50 1. Flüssige, strahlungshärtbare Zusammensetzung, die neben einer flüssigen, radikalisch polymerisierbaren Komponente zumindest die folgenden weiteren Komponenten enthält:

- (A) 40 bis 80 Gewichtsprozent eines flüssigen difunktionellen oder höherfunktionellen Epoxidharzes oder eines flüssigen Gemisches bestehend aus difunktionellen oder höherfunktionellen Epoxidharzen;
- (B) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines kationischen Photoinitiators oder eines Gemisches kationischer Photoinitiatoren; und
- (C) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines radikalischen Photoinitiators oder eines Gemisches radikalischer Photoinitiatoren; und

EP 0 822 445 A1

(D) bis zu 40 Gewichtsprozent einer spezifischen Hydroxylverbindung,

dadurch gekennzeichnet ist, dass
die Komponente (D) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

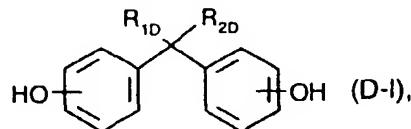
5 (D1) phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen,
(D2) phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen, die mit Ethylenoxid, Propylenoxid oder mit Ethylenoxid und Propylenoxid umgesetzt sind,
(D3) aliphatischen Hydroxylverbindungen mit maximal 80 Kohlenstoffatomen,
10 (D4) Verbindungen mit mindestens einer Hydroxylgruppe und mindestens einer Epoxidgruppe und
(D5) einem Gemisch aus mindestens 2 der unter (D1) bis (D4) genannten Verbindungen,

und in den Zusammensetzungen in einer Menge von mindestens 2 Gewichtsprozent enthalten ist,
die radikalisch polymerisierbare Komponente zumindest

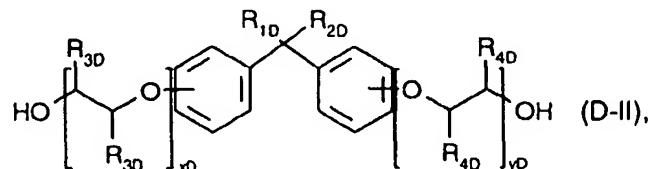
15 (E) 4 bis 30 Gewichtsprozent mindestens eines flüssigen Poly(meth-)acrylats mit einer (Meth-)Acrylatfunktionalität von grösser als 2 enthält, und
zumindest eine der Komponenten (A) oder (D) Substanzen enthält, die aromatische Kohlenstoffringe in ihrem Molekül aufweisen.

20 . 2. Zusammensetzung nach Anspruch 1, die mindestens 5 Gewichtsprozent der Komponente (D) enthält.
3. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei der die Komponente (D) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

25 (D1) den Dihydroxybenzolen, Trihydroxybenzolen und den Verbindungen der Formel (D-I):



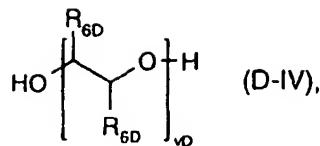
35 worin R_{1D} und R_{2D} ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe bedeuten;
(D2) den Verbindungen der Formel (DII):



45 worin R_{1D} und R_{2D} jeweils ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe;
R_{3D} und R_{4D} alle unabhängig voneinander jeweils ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe und
xD sowie yD jeweils eine ganze Zahl von 1 bis 15 bedeuten;

50 (D3) Trimethylolpropan, Glycerin, Ricinusöl (Kastoröl) und den Verbindungen der Formel (D-III) und (D-IV):

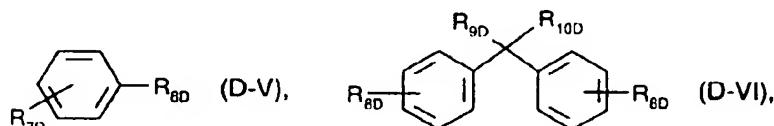




10 worin R_{5D} ein unverzweigter oder verzweigter (zD)-wertiger C_2 - C_{20} Alkanrest,
 R_{6D} alle unabhängig voneinander jeweils ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe
 zD eine ganze Zahl von 1 bis 4 und
 vD eine ganze Zahl von 2 bis 20 bedeuten; sowie

15 (D4) den Verbindungen der Formel (D-V), (D-VI), (D-VII), (D-VIII) (D-IX) und (D-X):

15

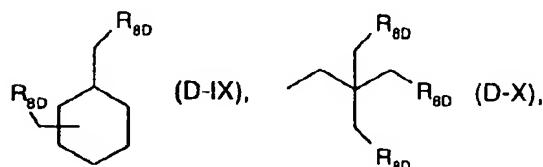


25 $(C_3$ - C_{20} Alkyl)- R_{8D} (D-VII),

25

30 R_{8D} -(C_3 - C_{20} Alkylen)- R_{8D} (D-VIII),

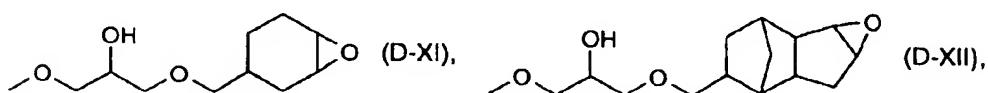
30



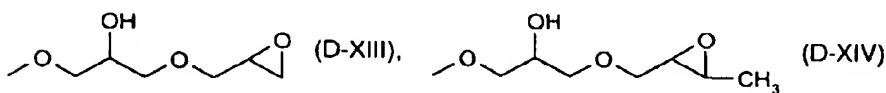
35

worin R_{7D} , R_{9D} und R_{10D} jeweils ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe und R_{8D} jeweils eine Gruppe ausgewählt aus den Gruppen der Formel (D-XI), (D-XII), (D-XIII) und (D-XIV):

40



45



50

bedeuten.

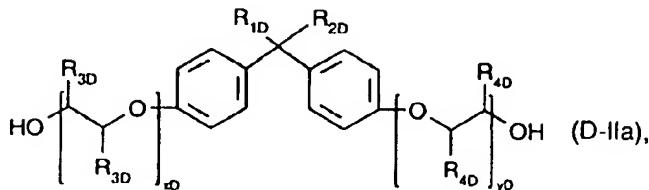
55

4. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Komponente (D) aus (D2) phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen besteht, die mit Ethylenoxid, Propylenoxid oder mit Ethylenoxid und Propylenoxid umgesetzt sind.

5. Zusammensetzung nach Anspruch 4, bei der die Komponente (D) aus (D2) den Verbindungen der Formel (D-IIa) besteht

5

10



15

worin R_{1D} und R_{2D} beide ein Wasserstoffatom oder beide eine Methylgruppe; R_{3D} und R_{4D} alle unabhängig voneinander ein Wasserstoffatom oder eine Methylgruppe und x_D sowie y_D jeweils eine ganze Zahl von 1 bis 15 bedeuten.

6. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die als eine weitere Komponente (F) ein oder mehrere Di(meth-)acrylate enthält.

7. Zusammensetzung nach Anspruch 6, die die Komponente (F) in einer Menge von 5 bis 40 Gewichtsprozent enthält.

8. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der sowohl die Komponente (A) als auch die Komponente (D) Substanzen enthält, die aromatische Kohlenstoffringe in ihrem Molekül aufweisen.

9. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, enthaltend

(A1) 20 bis 60 Gewichtsprozent eines aromatischen difunktionellen oder höherfunktionellen Polyglycidylethers oder eines flüssigen Gemisches bestehend aus aromatischen difunktionellen oder höherfunktionellen Polyglycidylethern;

(A2) 0 bis 50 Gewichtsprozent eines aliphatischen oder cycloaliphatischen Glycidylethers;

(B) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines kationischen Photoinitiators oder eines Gemisches kationischer Photoinitiatoren; und

(C) 0,1 bis 10 Gewichtsprozent eines radikalischen Photoinitiators oder eines Gemisches radikalischer Photoinitiatoren;

(D) 5 bis 40 Gewichtsprozent einer phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen und/oder einer phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen, die mit Ethylenoxid, Propylenoxid oder mit Ethylenoxid und Propylenoxid umgesetzt ist;

(E) 4 bis 30 Gewichtsprozent mindestens eines flüssigen Poly(meth-)acrylats mit einer (Meth-)acrylatfunktionalität von grösser als 2,

(F) 0 bis 20 Gewichtsprozent eines oder mehrerer Di(meth-)acrylate und

(G) 0 bis 10 Gewichtsprozent eines Reaktivverdünners.

45. 10. Zusammensetzungen nach Anspruch 1 enthaltend:

(A) 40 bis 80 Gewichtsprozent eines aliphatischen und/oder cycloaliphatischen difunktionellen oder höherfunktionellen Glycidylethers oder eines Gemisches derartiger Harze;

(B) 2 bis 5 Gewichtsprozent eines kationischen Photoinitiators oder eines Gemisches kationischer Photoinitiatoren, insbesondere eines Sulfoniumsalzphotoinitiators;

(C) 0,5 bis 2 Gewichtsprozent eines radikalischen Photoinitiators oder eines Gemisches radikalischer Photoinitiatoren, insbesondere eines 1-Hydroxyphenylketons;

(D) 10 bis 20 Gewichtsprozent einer phenolischen Verbindungen mit mindestens 2 Hydroxylgruppen, die mit Ethylenoxid, Propylenoxid oder mit Ethylenoxid und Propylenoxid umgesetzt ist;

(E) 4 bis 10 Gewichtsprozent mindestens eines flüssigen Poly(meth-)acrylats mit einer (Meth-)acrylatfunktionalität von grösser als 2,

(F) 4 bis 10 Gewichtsprozent eines oder mehrerer Di(meth-)acrylate.

EP 0 822 445 A1

11. Verfahren zur Herstellung eines gehärteten Produkts, bei dem man eine Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 mit aktinischer Strahlung behandelt.

5 12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem man als gehärtetes Produkt einen dreidimensionalen Formkörper herstellt, indem man den Körper aus einer Zusammensetzung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 10 mit Hilfe einer sich wiederholenden abwechselnden Abfolge von Verfahrensschritten (a) und (b) aufbaut, wobei in Schritt (a) eine Schicht der Zusammensetzung, deren eine Begrenzung die Oberfläche der Zusammensetzung ist, mit Hilfe von geeigneter Strahlung innerhalb eines Flächenbereiches gehärtet wird, der der gewünschten Querschnittsfläche des zu bildenden dreidimensionalen Körpers in der Höhe dieser Schicht entspricht, in Schritt (b) die frisch gehärtete Schicht mit einer neuen Schicht der strahlungshärtbaren flüssigen Zusammensetzung überschichtet wird, diese Abfolge der Schritte (a) und (b) solange wiederholt wird, bis ein Körper mit der gewünschten Form gebildet ist und dieser Körper gegebenenfalls nachgehärtet wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 97 81 0510

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|--|---|---|---|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrift Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6) |
| A,D | EP 0 605 361 A (CIBA-GEIGY AG) * Seite 11; Beispiel 12 * | 1-12 | G03C9/08 G03F7/027 G03F7/038 |
| A | EP 0 509 512 A (NIPPON PAINT CO., LTD.) * Seite 11, Zusammensetzung 3 und 4 * | 1-11 | |
| A | US 4 156 035 A (J.-H. TSAO ET AL.) * Spalte 6; Tabelle 1 * | 1-11 | |
| RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6) G03C G03F | | | |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer | |
| DEN HAAG | 12.November 1997 | Dupart, J.-M. | |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE | | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur | | | |